

# SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

Mauricio Gallego\*, Liliana Ramos\*\*, Santiago Arambula\*\*\*

## RESUMEN

*A pesar de que un Sistema de Información Geográfica -SIG es la manera racional y ordenada de tener información de cada sitio particular, en los últimos tiempos el tema se volvió complejo y denso de manejar a causa del idioma utilizado para su explicación, manejo y adecuaciones. Conceptos extraños, una manera complicada de ver el problema y muchos anglicismos nacidos de programas importados hacen parte de una autentica desorientación generada que parece tener como objetivo el fin particular de que nadie entienda absolutamente nada. Los esfuerzos de especialistas por cada vez hablar en lenguaje más sofisticado a hecho desorientar a más de un cliente que se ha desanimado frente a tanta sofisticación o a obtenido lo que no necesitaba; en las últimas décadas este concepto de organización se reinventó debido a la masificación de los computadores, desafortunadamente esta reinención degeneró en la creación de un complicado idioma; por tal motivo a continuación se explica brevemente la historia, conceptos y aplicaciones de los SIG, a fin de entender los pasos y tareas a seguir en la definición de un política .*

## KEY WORDS:

Geographical Information System, GIS, SIG

## INTRODUCCIÓN

Desde tiempo atrás los sistemas de información geográficos SIG, han sido una herramienta usada por ciudades, regiones o países en las que mediante oficinas y personal especializado existen sofisticados y costosos sistemas que solo unos pocos pueden manejar o utilizar y, en muchas ocasiones, su fin u objetivo no ha sido determinado previamente; de esta manera es extraño que los directores de entidades o las autoridades administrativas conozcan el potencial de los sistemas que adquieren las ciu-

dades y entidades que en muchas ocasiones son subutilizados por los usuarios, al no obtener el máximo provecho de los mismos para dar valor agregado a la información y generar conocimiento para la formulación de planes y políticas de desarrollo más reales.

Por otro lado las poblaciones más pequeñas que no cuentan con presupuestos suficientes no pueden pensar en la posibilidad de contar con estas herramientas debido al elevado costo que implican y son la mayoría de administraciones del país las que para tomar decisiones no con-

\* Ingeniero Consultor, Cimoc - Centro de Investigación en Materiales y Obras Civiles, [mgallego@uniandes.edu.co](mailto:mgallego@uniandes.edu.co)

\*\* Ingeniero Consultor, Banco Interamericano de Desarrollo, [lramos@terra.com.co](mailto:lramos@terra.com.co)

\*\*\* Ingeniero Investigador, Cimoc - Centro de Investigación en Materiales y Obras Civiles, Dpto. Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de los Andes, [sarambul@uniandes.edu.co](mailto:sarambul@uniandes.edu.co)

sultan el tipo de información que existe de manera coherente.

No obstante, la Ley 388 de 1997 de Planes de Ordenamiento Territorial, POT impulsó la utilización de los SIG a nivel municipal, con la contratación por parte de autoridades municipales de POT's. utilizando SIG. Esto trajo como consecuencia cierta masificación de la herramienta, pero en muchas ocasiones, y pese a resultados favorables, la falta de conocimiento y entendimiento de la herramienta por parte de los usuarios finales hizo que estos proyectos no fueran sostenibles en el tiempo, al no contar con presupuesto para el pago de licencias (software SIG), de infraestructura (estaciones de trabajo, plotters, mesas digitalizadoras, etc.) y de personal capacitado.

De esta manera, muchos de estos municipios ni siquiera saben que información tienen y muchos menos sus características; y las que adquirieron herramientas tecnológicas no la utilizan o la subutilizan.

Esta misma situación caracteriza a entidades estatales, como Minercol, que hicieron grandes inversiones en la compra de equipos y software que después enviaron a sus depósitos con su consecuente deterioro, porque no sabían en que y cómo usarlos; esto se debe en gran parte a las empresas vendedoras o distribuidoras de software que sólo les interesa tener ganancias pero no vender proyectos sostenibles.

Lo anterior, no significa que no valga la pena invertir y utilizar Sistemas de Información Geográfica, todo lo contrario; esta herramienta es primordial para una buena gestión pública y para el desarrollo del país al suministrar la información y el conocimiento necesarios para la toma de decisiones. Pero es importante que las administraciones y los usuarios (de todos los niveles) entiendan el concepto y sus potencialidades; definan el objetivo -para qué va a servir el SIG- ya que sus aplicaciones son numerosas y variadas; y sean sostenibles; es decir, que se pueda contar con aplicaciones a un costo accesible, de fácil manejo y sobre todo

que puedan ser utilizados no solo por especialistas sino por los que lo demanden. De esta manera, la sociedad puede obtener beneficios.

El Estado puede apoyar este tipo de proyectos mediante el impulso y apoyo a las universidades para que formen profesionales capaces de innovar y desarrollar aplicaciones y software SIG; sólo así dejaremos de depender de software extranjero costoso, que no se adapta totalmente a nuestras necesidades y difícil de usar por cualquier persona; mediante la formulación de políticas y lineamientos de información que permitan acceder a información confiable y con la calidad requerida, a bajo costo; mediante la integración y centralización de información básica (hidrografía, vías, límites político administrativos, relieve, etc.) y temática (geología, usos de suelo, amenaza, etc.) que evite la duplicidad de esfuerzos y recursos.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC ha avanzado en los dos últimos aspectos con la formulación de estándares para la producción y manejo de información con el apoyo del ICONTEC y de entidades como INGEOMINAS, IDEAM Y ECOPETROL entre otras; la publicación de modelos de datos; la creación y desarrollo de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales -ICDE que así como una infraestructura vial compuesta por caminos, carreteras, puentes, peajes permite el tránsito de automóviles, las infraestructuras de datos espaciales facilitan el acceso y uso de datos espaciales, para lo cual incluye: datos, documentación de los datos (metadatos) medios para descubrir, visualizar y valorar los datos, métodos para proporcionar acceso a datos geográficos, software para aplicaciones de los datos y acuerdos organizativos a escala regional, nacional y transnacional.

Es importante anotar, que pese a los avances y aportes de muchas entidades públicas y privadas, la información geográfica aún no es utilizada porque los usuarios no saben que existe o no tiene recursos para acceder a ella; las infraestructuras de datos facilitarían esto pero

aún falta que las entidades que producen información la organicen y publiquen; de esta manera nuestra sociedad podrá utilizarla y entraremos a generar el último componente de la productividad: el capital informacional (adicional al capital fijo –máquinas, humano, natural y social).

Lo que propone el artículo entonces, es una aclaración del concepto para ayudar a entender el denso idioma que se suele usar como estrategia de disuasión; y se presenta una propuesta de desarrollo de un software SIG realizado mediante investigación y programación especial con aplicaciones prácticas para las necesidades de un país como Colombia.

### 1.1. Reseña Histórica

Los SIG se utilizan desde la antigüedad, se tiene conocimiento de que Alejandro Magno contaba con excelentes mapas del imperio que dominaba y tenía información detallada con localización de cada uno de sus batallones con hombres, provisiones, armamento y todos los detalles para organizar de la mejor forma sus conquistas, su sistema tenía cientos de mapas y archivos que debían cargar varios animales debido a su volumen, no obstante lo llevaba a todas sus campañas por lejanas que fueran.

El desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica comienza en los años 60 pero hasta principios de los años 80 se mantuvieron como campo de investigación. Es por ello, que su uso aumentó enormemente después de esta década, impulsado además por el desarrollo de la tecnología informática, que fomentó la aparición de productos SIG en el mercado; los cuales se han venido aplicando fundamentalmente en organismos productores de información como la Administración Pública.

La primera aplicación conceptual de un SIG fue para identificar cambios al hacer análisis simultáneo de mapas producidos en diferentes fechas sobre el mismo tema (por ejemplo análisis multitemporal sobre la zona de inundación de un río). El concepto de SIG estuvo también ya en uso, cuando mapas con diferentes tipos de información para una misma área, fueron superpuestos como transparencias para ubicar sus interrelaciones -ver figura No. 1.

Lo que es nuevo, y progresa rápidamente, es la tecnología avanzada de las computadoras, que permite el examen frecuente de grandes áreas,



**Figura 1.** características de sobre posición de un SIG a bajo costo y con una creciente cantidad de datos. La digitalización, manipulación de información, interpretación y reproducción de mapas, son pasos en la generación de un SIG que ahora se pueden dar rápidamente, casi en tiempo real.

Hoy en día y desde diversas organizaciones se invierten grandes sumas en el desarrollo de bases de datos georeferenciadas<sup>1</sup> y en Sistemas de Información Geográfica; y se prevé que

<sup>1</sup> Tienen coordenadas geográficas reales asociadas, las cuales permiten manejar y hacer análisis con datos reales como longitudes, perímetros o áreas.

durante los próximos años se inviertan miles de millones más. Todo ello está sucediendo en un corto período de tiempo, ya que hace pocos años los SIG eran una herramienta muy especializada sólo al alcance de pocas organizaciones y una curiosidad para el público en general. Se pueden dar dos explicaciones a estos fenómenos: la primera reside en la disminución de los costos de los equipos informáticos, que cada día los hace más asequible para un mayor número de usuarios que los requieren para manejar grandes volúmenes de información, disminuyendo los costos de almacenamiento, procesamiento y análisis y agilizando la actualización de cualquier tipo de datos.

La segunda y de mayor importancia es que la geografía (y los datos que sirven para cuantificarla) forma ya parte de nuestro mundo cotidiano; la mayoría de las decisiones que tomamos diariamente están en relación con o influenciadas por un hecho geográfico.

## 1.2. Definición

Una de las constantes en los documentos sobre SIG es la complejidad en su definición debido a que se integran en un mismo concepto: datos y teorías sobre los datos, hardware (equipos, computadores, etc.), software (programas, aplicaciones, etc), diversos intereses (científicos y comerciales) y diferentes disciplinas científicas (informática, cartografía, geografía, biología, ingeniería, etc.) que previamente aparecían aisladas.

Adicionalmente, se han dado diversas definiciones de Sistema de Información Geográfica, a causa de su carácter multiusuario que involucra a universidades, empresarios y organismos gubernamentales que los utilizan para resolver problemas diversos; y a los avances en el tiempo, que suponen un mayor nivel de complejidad sobre la definición anterior; de

este modo, las primeras hacen referencia únicamente a las bases de datos espaciales; las siguientes a las herramientas (software) de tratamiento de estos datos, el típico paquete de módulos de SIG; posteriormente se incluye el hardware utilizado y los procedimientos complementarios que puedan ser necesarios; estos al igual que en los casos de software especiales resultan un considerable gasto adicional al proyecto porque son costosos de adquirir y más aún de mantener.

Pese a ello, una de las definiciones más aceptada es “colección organizada de software, hardware, datos geográficos, procedimientos y personal dedicado a capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar y desplegar toda forma de información referenciada geográficamente de una manera eficiente”.

### 1.2.1. Aclaraciones sobre SIG

Aunque en sentido estricto no sería necesario, se han desarrollado un tipo específico de aplicaciones informáticas para el manejo de estos sistemas. Estos programas es lo que popularmente (y equivocadamente) se conoce como SIG, pero que realmente constituyen tan sólo un componente de lo que es realmente un SIG.

Se ha llegado a considerar a los SIG como un enlace entre la Geografía y la Informática. Una de las primeras percepciones que se tienen de un SIG son las salidas gráficas a todo color, impresas o en la pantalla de un ordenador. Conviene recordar sin embargo que hay una diferencia fundamental entre los programas de manejo de gráficos, tipo CAD<sup>2</sup> y los SIG. En los primeros, el objeto importante es la imagen que vemos, siendo irrelevante como se codifique, en un SIG la imagen es sólo una salida gráfica sin mayor importancia, lo relevante son los datos que se están representando.

---

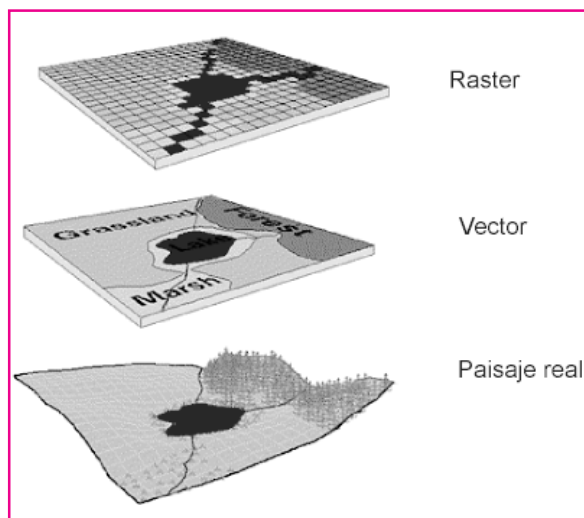
<sup>2</sup> Computer Assistent Drawing (dibujo asistido por computador).

### 1.3. Especificaciones

Uno de los problemas fundamentales en el desarrollo de un proyecto de SIG es, al igual que en el caso de la cartografía tradicional, cómo representar una realidad compleja de un municipio con sus problemas y cualidades de forma simplificada y en elementos discretos. El desarrollo de una base de datos espacial conlleva una simplificación de la realidad para adaptarla a un **modelo de datos**. Y eso es algo que precisa ser desarrollado específicamente para cada problema, por ello la necesidad de programarlo para cada necesidad.

Existen dos modelos de datos básicos:

**Vectorial.** Los datos de vectores son una traducción más aproximada al mapa original debido a que refieren toda la información como puntos, rayas o polígonos y asignan un conjunto único de coordenadas X, Y a cada atributo. Pueden ofrecer gran número de opciones posibles para una más fácil sobreposición de transparencias con estratos de datos; presenta las áreas graficadas de manera más exacta que un sistema raster pero, porque cada estrato está definido de manera singular, es considerablemente más difícil analizar la información de diferentes estratos.



**Figura 2:** Modelo de datos vector y raster

**Raster.** Utiliza un cuadrículado para referir y almacenar la información. Un área de estudio es dividida en pequeñas áreas o matriz de células cuadradas o rectangulares idénticas en tamaño, y la información -los atributos presentados con códigos numéricos- es almacenada en cada capa para cada estrato o atributo en la base de datos. Los sistemas basados en raster definen las relaciones espaciales entre variables más claramente que los basados en vectores, pero la inferior resolución por causa de la estructura celular reduce la exactitud espacial.

Evidentemente ningún programa de SIG puede ser el mejor de los programas posibles y cubrir todas las posibles expectativas ya que siempre se construyen con un sesgo particular, es decir, un SIG desarrollado para actividades de Catastro tiene pocas ventajas en aplicaciones agropecuarias. Por tanto los programas acaban especializándose en función del tipo de datos que se supone que se van a utilizar, el tipo de aplicaciones y la lógica de trabajo.

### 1.4. Aplicaciones

Las aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica son muy variadas tanto desde un punto de vista científico como de gestión pública e incluso empresarial; pero en general se utilizan para resolver complicados problemas y mejorar la calidad de vida. Un SIG es una herramienta que permite la integración de bases de datos espaciales y la implementación de diversas técnicas de análisis de datos; por tanto cualquier actividad relacionada con el espacio, puede beneficiarse del trabajo con SIG; entre las aplicaciones más usuales se destacan:

**Medio Ambiente.** Los SIG son de gran utilidad para el ordenamiento ecológico territorial y para la comprensión y preservación del medio ambiente, debido a su utilización en: la realización de inventarios; evaluaciones de impacto ambiental y de recursos; seguimiento de actuaciones; predicción de fenómenos ambientales mediante monitoreos a través de registros de las lluvias, vientos o sismos que se pre-



sentan en una región; localización de áreas con características ambientales particulares; control de la contaminación; protección de especies en peligro e identificación y comprensión de hábitat de animales.

**Ciencias de la tierra:** Se utilizan en la elaboración de cartografía y modelamiento de variables concernientes a la geología, sismología, geofísica, hidrología, ecología, oceanografía y meteorología entre otros.

**Ciencias sociales:** En sociología para ubicar y determinar patrones de desplazamiento de personas a causa de la violencia; en psicología para espacializar ciertos patrones de comportamiento y análisis de posibles influencias ambientales y culturales.

**Planeación urbana y territorial:** Algunos de los criterios observados para el ordenamiento territorial implican el conocimiento de la naturaleza y características de los ecosistemas, así como información sobre la ubicación y distribución de los recursos naturales y de las actividades económicas predominantes. Como cada uno de estos criterios es dinámico, cambiando continuamente en el tiempo y en el espacio, se requiere de herramientas versátiles como los SIG, capaces de manejar este tipo de información, para que sea de utilidad en la toma de decisiones relacionadas con el uso del suelo.

**Gestión pública:** Los SIG permiten obtener y optimizar recursos para mejorar grupos y áreas (los aportes económicos de los gobiernos a los entes locales se basan frecuentemente en la distribución geográfica de la población).

**Seguridad:** Inspecciones de policía y de bomberos modernas utilizan los SIG para combatir el crimen y para despachar vehículos de emergencia a lugares de incidentes. Los camiones de bomberos, por ejemplo, se envían a su destino a través de la ruta más corta posible.

**Infraestructura vial:** Para clasificar las vías por tipo y estado, manejar el flujo de tráfico, ubicar adecuadamente la señalización vial para

poder transportarse sin dificultades y reducir el congestionamiento urbano.

**Infraestructura de Servicios:** Las empresas de servicios lo utilizan para administrar sus redes (agua, telefonía, gas, energía, etc.).

**Salud y Sanidad:** Las enfermedades se estudian gracias a la identificación de las áreas en donde se producen y de la velocidad a la que se expanden; muchos Institutos Sanitarios, a través de los SIG pueden determinar los focos infecciosos y prevenir epidemias. Igualmente, permiten decidir cual es el mejor sitio para construir o ubicar un nuevo centro de salud o basurero.

**Catastro.** La ubicación de los predios con su respectiva información descriptiva (propietario, área, valor) permite contar con una información base indispensable para la formulación de planes y programas de desarrollo más reales.

**Comercio:** Empresas privadas también utilizan esta tecnología para comparar modelos, ubicar clientes y puestos de venta, definir territorios, ubicar nuevos negocios, planear rutas de entrega y manejar centros de servicios.

**Turismo y entretenimiento:** La ubicación de los sitios de interés de una región con sus características de equipamiento (número de habitaciones, salones, piscinas) permiten dinamizar este sector económico y que los turistas organicen sus rutas e itinerarios.

## 2. JUSTIFICACIÓN PARA EL USO GENERALIZADO DE SIG EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

La información geográfica es estratégica para el desarrollo de la gestión político-administrativa, social y económica de una región (localidad, municipio, departamento), sólo el manejo de tecnología de punta y proyectos de vanguardia como los SIG garantizan que los volúmenes y características de la información georreferenciada que se debe manejar, cumplan con el objetivo de servir adecuada y

eficientemente para la toma de decisiones en cualquiera de los niveles que lo requieran.

Un proyecto tecnológico de estas características, más que un simple producto es una estrategia competitiva que favorece la productividad y eficiencia al incrementar la flexibilidad y el control, debido a su capacidad para desplegar, manejar y analizar la información gráfica y descriptiva. Lo anterior evidencia las ventajas que genera el desarrollo e implementación de un SIG en una región; sin embargo, es importante tener en cuenta la experiencia de entidades públicas y privadas que han incurrido en sobre costos al invertir precipitadamente en infraestructura (hardware, software e información) sin haber formulado previamente las variables que deben ser tenidas en cuenta en este tipo de proyectos tecnológicos y su mantenimiento; llevándolos al fracaso o demorando la obtención de resultados satisfactorios.

Cabe anotar, que antes de implementar o contar con un SIG la administración debe tener en cuenta la relación costo/beneficio y su sostenibilidad en el tiempo.

### 3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Entre los objetivos que se persiguen con este tipo de proyectos por parte de la administración pública se encuentran:

Desarrollar una aplicación SIG con herramientas visuales que permita mostrar toda la cartografía existente con propiedades específicas, tales como planos de poblaciones, planos rurales, infraestructura, servicios públicos, etc.

Montar un sistema de base de datos que permita incorporar toda la información disponible con atributos, propiedades y georreferenciación para interactuar con el sistema visual.

Incluir la información disponible en las bases de datos y crear los enlaces entre datos y geografía para la correcta visualización espacial de los atributos en la cartografía digitalizada

Crear un software autónomo para administrar toda la información anterior desde sistemas de computadores portátiles comunes de uso libre sin restricción de licencias, compras adicionales o actualizaciones, no requerir la compra adicional de sistemas costosos y capacitación y sostenimiento de personal permanente en el mantenimiento.

Facilitar y agilizar la toma de decisiones acertadas, mediante el acceso y consulta de información digital -geográfica y descriptiva- que puede ser utilizada en una gran variedad de aplicaciones de alcance local y regional: planeación, estudios ambientales, evaluación de infraestructura (vial, servicios públicos, salud, educación, saneamiento), evaluación de cambios y focalización de la inversión.

## 4. METODOLOGÍA

La metodología para cumplir dichos objetivos incluye lo siguiente:

### 4.1. Diseño del Modelo Conceptual

Consiste en definir las funciones que va a desempeñar el SIG (a partir del uso y objetivos que cumplirá el sistema) y la información necesaria para cumplir con dichas funciones (clase de objetos que se van a manipular con sus atributos y relaciones).

Es importante resaltar que, debido a la importancia de esta etapa, se deberá iniciar un proceso de generación de consenso, involucrando la mayor cantidad posible de funcionarios; de tal forma, que los resultados que a partir de ella se produzcan se reflejen en las etapas posteriores y respondan a las expectativas generadas.

#### 4.1.1. Diagnóstico de la información, procesos y proyectos existentes

Es la identificación, cuantificación y cualificación de la información georreferenciable, las bases de datos, los procesos, procedimientos y

el estado actual de los proyectos existentes que puedan ser incluidos en el diseño del SIG.

#### **4.1.2. Definición de objetivos del SIG**

Es el proceso mediante el cual se definen los objetivos, metas y acciones que se persiguen alcanzar por intermedio del SIG, con la participación de funcionarios de la institución y teniendo en cuenta el diagnóstico, el Plan Estratégico de la entidad, las funciones y la estructura definida en el Marco Normativo y Legal.

#### **4.1.3. Análisis de requerimientos de usuarios del sistema**

Consiste en determinar las necesidades de información georreferenciada de los usuarios del sistema (productos, calidad, características técnicas, entre otras). Con base en el flujograma de información y de procesos se genera el modelo entidad – relación, que es una herramienta que muestra los requerimientos lógicos de las estructuras de datos en un aplicación de Sistemas de Información.

### **4.2. Diseño del Modelo Lógico**

El modelo lógico es lo que permite implementar en el computador la abstracción que se diseño en el modelo conceptual y por lo tanto, se trata de describir en forma lógica, o sea comprensible para el computador, toda la información; mediante la descripción detallada de los elementos en sus aspectos geométricos y de atributos, clasificando y codificando cada elemento para almacenarlo en el sistema y simbolizándolo para su representación en la pantalla o en el papel.

#### **4.2.1. Diseño base de datos gráfica y alfanumérica**

Consiste en la definición de los atributos y características de los datos almacenados, de forma que sean accesibles para múltiples aplicaciones.

#### **4.2.2. Clasificación y Codificación**

Mediante esta actividad se define el Modelo de Datos, que permite transferir al sistema los objetos espaciales a través de códigos.

#### **4.2.3. Catálogo de Símbolos**

Como subproducto se debe generar un catálogo de símbolos que estandarice la simbología, rótulos y formatos a utilizar en lo referente a salida final de la información georreferenciada.

### **4.4. Definición de Requerimientos SIG**

Consiste en la identificación y análisis de requerimientos SIG, a partir del modelo conceptual y lógico; con el acompañamiento de los usuarios finales, comprende:

Descripción de tareas SIG (despliegue, consulta, consulta y despliegue, análisis, impresión, etc.)

#### **4.4.1. Desarrollo Funciones de Visualización**

Comprende la fase de programación, de acuerdo con las características mencionadas en el ítem descripción, para que la aplicación permita la visualización de la información, corresponde al módulo Visualización.

#### **4.4.2. Desarrollo Funciones de Consulta**

Comprende la fase de programación, de acuerdo con las características mencionadas en el ítem descripción, para que la aplicación permita la consulta de la información, corresponde al módulo Consulta.

#### **4.4.3. Desarrollo Funciones de Impresión**

Comprende la fase de programación, de acuerdo con las características mencionadas en el ítem descripción, para que la aplicación permita la salida gráfica de la información, corresponde al módulo de Impresión.



#### 4.4.4. Desarrollo Funciones de Ayuda

La personalización de la ayuda estará orientada a facilitar el manejo de la aplicación paso a paso, por ejemplo facilidades para visualización o la inclusión de variables especiales de tipo agropecuario y afines a procesos endógenos al crecimiento de la población.

### 5. RESULTADOS ESPERADOS

Lo que se busca es un SIG autónomo que trabaje bajo equipos convencionales que se puedan manejar en cualquier administración municipal y por cualquier persona no precisamente especialista en sistemas que permita la inclusión de información espacial y temática que permita llevar a cabo consultas de diverso tipo, desde las más simples a las más complejas, así como ejecutar modelos cartográficos o dinámicos. Quizás la operación más sencilla sea la producción de mapas de las variables contenidas en una base de datos o de nuevas variables calculadas a partir de las disponibles. además la ubicación de los proyectos en ejecución o ya ejecutados de forma geográfica puede mostrar indicadores de gestión de forma rápida y confiable. Puede ser útil también a nivel de casco urbano, tener el catastro municipal, las redes de servicios públicos y la localización de proyectos sobre la zona urbana; por ejemplo mostrar las calles pavimentadas de las diferentes administraciones o mostrar simplemente las no pavimentadas. Los productos esperados son:

#### 5.1. Diseño de un SIG.

Análisis de las necesidades del usuario en relación con la información cartográfica que tiene y que requiere, de acuerdo con las funciones, objetivos y proyectos existentes y programados.

#### 5.2. Una aplicación que permite las siguientes funciones:

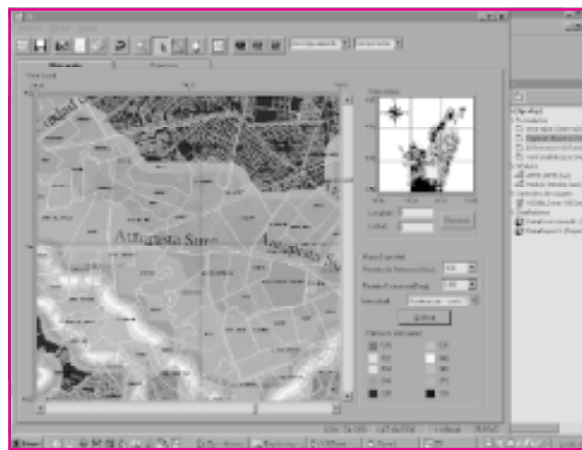
Visualización. Vistas de información, clasificada y organizada, por temas o grupos así:

-Información Básica: curvas de nivel, hidrografía, vías de comunicación, localidades, entre otros.

Información Ambiental: amenaza y riesgo por fenómenos de inundación, deslizamiento, rondas de ríos.

Información de Gestión: especialización de la inversión proyectada (Plan de Desarrollo) y de la inversión real por año y sector (salud, educación, vías, etc.)

Descripción: El usuario debe disponer de un plano de ubicación del municipio o zona de interés, y es posible utilizar herramientas de visualización comunes como ampliaciones en ventanas y movimiento del plano en forma dinámica. Ver figura 3.



**Figura 3:** módulo de visualización

Consultas. Según los requerimientos y necesidades del usuario, permite consultar por tema, fecha, sector (salud, educación, vías) en forma fácil y rápida. Igualmente, permite generar reportes -resultado de la consulta- que pueden ser impresos.

Impresión. Salidas graficas estandarizadas, con una plantilla diseñada con las normas cartográficas exigidas, tales como: norte geográfico, escala, coordenadas, fecha, nombre del plano, etc.

**Intercambio.** Consiste en importar (traer) y exportar (llevar a otro software) información en formatos estandarizados (DXF, E00, entre otros) asegurando el intercambio de información con otras entidades (Corporaciones Autónomas Regionales, IDEAM, etc.) y con los usuarios en general (contratistas, ciudadanía, universidades).

## CONCLUSIONES

El Gobierno de Colombia puede implementar sistemas de información mediante un desarrollo científico organizado, el cual haría parte sustancial de una política de conocimiento de la información.

La información y el conocimiento siempre han sido componentes del crecimiento; pero ahora la misma información se convierte en un producto del proceso de producción retroalimentándose y creciendo cada vez más. En los últimos 20 años se ha generado más información que en todo el resto de los tiempos de la humanidad y los SIG son una herramienta que facilita la generación, compilación y ordenación de conocimiento. De lo anterior se deriva la importancia que cobran actualmente y la necesidad de que la administración pública de nuestro país entienda su concepto y lo adopte de la mejor manera

## REFERENCIAS

Barnes, T.J., 1992. Reading the Texts of Theoretical Economic Geography: The Role of Physical and Biological Metaphor. in Barnes, T.J. and Duncan, J.S. Writing Worlds: Discourse, Text, and Metaphor in the Representation of Landscape. Routledge:London. pp. 118-135.

Berry, J.K. «Learning Computer Assisted Map Analysis» in Geographic Information Systems Report, Part III (October 1986), pp. 39-43.

Burrough, P.A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment (Oxford: Clarendon Press, 1986).

Carstensen, L.W. «Developing Regional Land Information Systems: Relational Databases and/or Geographic Information Systems» in Surveying and Mapping, vol. 46, no.1 (March 1986).

Coppock, J.T. and Rhind, D.W. (1991) The History of GIS en Maguire, D.J.; Goodchild, M.F. and Rhind, D.W. (Eds.) *Geographical Information Systems: Principles and Applications* John Wiley & sons pp. 21-43

Curry, M. R., 1995. Rethinking rights and responsibilities in geographic information systems: beyond the power of imagery. *Cartography and Geographic Information Systems* 22(1): 58-69.

Dial, R. B., 1964. Street Address Coding System. Seattle: Urban Data Center, University of Washington, Research Report No. 1

Frank, A. «Integrating Mechanisms for Storage and Retrieval of Land Data» in Surveying and Mapping, vol. 46, no. 2 (June 1986), pp. 107-121.

Mountain View, California: Frost and Sullivan, press release, 16 February 1995.

Openshaw, S., 1991. A view on the GIS crisis in geography, or using GIS to put Humpty Dumpty back together again. *Environment and Planning A*, 23: 621-28.

Openshaw, S. (1991) A view on the GIS crisis in geography *Environment and Planning A* 23, 621-628

Smith, C. C., 1967. The New Haven Census Use Study — A General Description, Proceedings of the Fifth Annual URISA Conference, 276-285

Tomlinson, R. F., 1988. The impact of the transition from analogue to digital cartographic representation. *The American Cartographer*, 15 (3), 249-261.

Tomlinson, R. F., Calkins, H. W., and Marble, D. F., 1976. Computer Handling of Geographical Data. Natural resources Research Series XIII, UNESCO Press, Paris.

Unwin, D.J. (1991) The academic setting of GIS en Maguire,

Wright, D.J.; Goodchild, M.F. and Proctor, J.D. (1997) Desmytifying the Persistent Ambiguity of GIS as «Tool» vs. «Science» *The annals of the Association of American Geographers* 87(2): 346-362

Zwart, P. «User Requirements in Land Information System Design-Some Research Issues» in Surveying and Mapping, vol. 46, no. 2 (1986), pp. 123-130.